

从“十五”期间基金资助情况看力学学科发展现状

詹世革 孟庆国 白坤朝

国家自然科学基金委员会数理科学部, 北京 100085

“十五”期间是国家自然科学基金委员会经费快速增长的时期, 同时也是力学科学处的经费和资助项目数快速增长的时期. 本文对这 5 年中力学科学处的基金面上项目申请、资助情况进行总结, 分析力学各分支领域的研究状况, 展现我国基础研究人员的结构特点和变化趋势, 给出对今后重点关注问题的建议和措施.

1 面上项目申请和资助的总体概况

“十五”期间力学科学处共受理面上项目 3 321 项, 资助 834 项 (含小额探索项目 70 项), 平均资助率为 25.1%, 资助金额 20 866.75 万元, 平均资助强度为 25.0 (万元 / 项), 如不含小额探索项目平均资助强度为 26.5 (万元 / 项). 表 1 为 2001 年 ~ 2005 年度力学科学处面上项目各年度申请和资助情况.

从表 1 中可以看出, 力学科学处 2001 年 ~ 2003 这 3 年面上项目申请项数维持在 550~600 项之间, 到 2004 年上升到 727 项, 2005 年增至 863 项, 可见近两年申请量增长较快. 随着国家对基础研究的不断重视、科学基金投入经费的不断加大, 2001 年到 2005 年资助规模不断扩大, 2005 年资助金额比 2001 年增长 1.8 倍, 资助强度逐年增加, 其中 2002 年和 2005 年增幅最大.

表 2 给出了 2001 年 ~ 2005 年度力学科学处面上各类项目 (自由申请、青年基金和地区基金) 申请和资助的总体情况. 从表 2 中可见, 为了促进青年科技人才的成长, 加大了对青年申请者的支持, 青年基金的资助率比自由申请高出 6.6%. 为了使地区基金在结合区域特色、带动边远地区的科研和人才培养等方面发挥积极的作用, 加大了对地区基金的支持力度, 其资助率比自由申请高出 8.0%.

表 1 2001 年 ~ 2005 年度力学科学处面上项目各年度申请和资助情况

	金额: 万元				
	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
申请项数	576	556	599	727	863
资助项数	125(10*)	150(12*)	155(18*)	184(15*)	220(15*)
资助率 (%)	21.7	27.0	25.9	25.3	25.5
资助金额	2 345(63*)	3 503(138*)	3 824.75(173*)	4 632(124*)	6 562(150*)
平均资助强度	18.8	23.4	24.7	25.2	29.8
(万元 / 项)	(19.8**)	(24.4**)	(26.7**)	(26.7**)	(31.3**)

* 为小额探索项目, ** 为不含小额探索项目的平均资助强度.

表 2 2001 年 ~ 2005 年度面上各类项目申请和资助分布情况

	金额: 万元			
	自由申请	青年基金	地区基金	合计
申请项数	2 681	596	44	3 321
资助项数	639(50*)	181(20*)	14	834(70*)
资助率 (%)	23.8	30.4	31.8	25.1
资助金额	16 729(478*)	3 804.75(170*)	333	20 866.75(648*)
平均资助强度 (万元 / 项)	26.2(27.6**)	21.0(22.6**)	23.8	25.0(26.5**)

* 为小额探索项目, ** 为不含小额探索项目的平均资助强度.

表 3 进一步给出了 2001 年 ~ 2005 年度力学科学处面上项目按分支学科的申请和资助分布情况。从表 3 中可见, 固体力学申请和资助项数最多, 约占总量的一半; 流体力学

申请和资助量次之, 约占总量的 1/4; 一般力学和交叉与边缘领域的力学申请和资助量各约占总量的 1/8。

表 3 2001 年 ~ 2005 年度面上项目按分支学科的申请和资助分布情况

	一般力学	固体力学	流体力学	交叉与边缘领域的力学	合计
申请项数	428	1 693	765	435	3 321
所占比例 (%)	12.9	51.0	23.0	13.1	100.0
资助项数	122(10*)	405(35*)	191(17*)	116(8*)	834(70*)
所占比例 (%)	14.6	48.6	22.9	13.9	100.0

* 为小额探索项目数。

2 力学各分支学科项目申请和资助情况

表 4 给出了力学各分支学科 2001 年 ~ 2005 年度逐年申请和资助情况。从表 4 中可见, 一般力学申请项数近 5 年稳中有升, 各年度资助项数占总资助数比例均略高于申请项数所占比例; 固体力学申请项数近 2 年增长较快; 流体力学

申请项数基本稳定, 但近 3 年申请项数占总申请项数比例有逐年下降的趋势; 近几年, 在指南中鼓励力学与其它基础学科和工程学科的交叉, 尤其“对生物力学的发展, 继续在经费支持方面给予倾斜。”交叉与边缘领域的力学申请项数和资助项数逐年增加。

表 4 2001 年 ~ 2005 年度面上项目按分支学科的申请和资助逐年分布情况

力学分支	项目数及比例	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
一般力学	申请项数	66	67	69	113	113
	占总申请比例 (%)	11.5	12.0	11.5	15.5	13.1
固体力学	申请项数	290	267	316	367	453
	占总申请比例 (%)	50.3	48.0	52.8	50.5	52.5
流体力学	申请项数	154	151	130	151	179
	占总申请比例 (%)	26.7	27.2	21.7	20.8	20.7
交叉与边缘领域的力学	申请项数	66	71	84	96	118
	占总申请比例 (%)	11.5	12.8	14.0	13.2	13.7
一般力学	资助项数	18(1)	22(2)	24(2)	29(3)	29(2)
	占总资助比例 (%)	14.4	14.7	15.5	15.8	13.2
固体力学	资助项数	60(5)	68(5)	77(9)	89(8)	111(8)
	占总资助比例 (%)	48.0	45.3	49.7	48.4	50.5
流体力学	资助项数	30(2)	40(3)	33(5)	40(3)	48(4)
	占总资助比例 (%)	24.0	26.7	21.3	21.7	21.8
交叉与边缘领域的力学	资助项数	17(2)	20(2)	21(2)	26(1)	32(1)
	占总资助比例 (%)	13.6	13.3	13.5	14.1	14.5

表 5 ~ 表 8 进一步给出了“十五”期间一般力学、固体力学、流体力学、交叉与边缘领域各分支按三级申请代码统计的申请和资助情况。

从表 5 中可见, “十五”期间一般力学分支学科资助率为 28.5%, 高于力学学科平均水平 (约 25.1%)。在这些领域中, 非线性振动与控制方向申请项目数最多, 约占一般力学总申请量的 26.4%; 在动力系统的分岔、混沌方向申请项目数次之, 获资助率较高。从 2002 年起, 数理科学部试行资助学科发展类项目。为了加强宏观调控, 促进“分析力学”和“理性力学”的发展, 力学科学处 2002 年 ~ 2004 年在“分析力

学”及“理性力学”领域资助了 6 项发展类项目, 使得这两个领域的资助率相对较高。从表 5 中还可以看到, 转子动力学方向资助率最低。分析其原因, 一方面转子动力学问题的研究难度愈来愈大, 另一方面部分研究人员参加了基金重大项目“大型旋转机械非线性动力学问题”, 没有参与面上项目竞争。

从表 6 可以分析出固体力学具有如下特点: (1) 由于材料科学领域在 20 世纪末期出现了百舸争流的繁荣态势, 固体力学与材料科学相结合已经成为固体力学学科研究的发展趋势。损伤破坏机理和微结构演化、复合材料力学、新型

材料的力学问题这些与材料科学密切结合的领域亦呈现欣欣向荣之势, 申请量最多, 占固体力学申请量的 28.6%。而且我国在固体材料的宏观力学研究方面有着较好的基础和一定的优势, 获资助率较高。(2) 当今计算机的功能发展很快,

从根本上改善了固体力学的计算能力, 数值模拟已成为固体力学的主要研究方法之一, 计算固体力学成为带动固体力学发展的分支学科, 在国内形成了较大的研究规模。(3) 岩体力学与土力学的理论基础涉及弹塑性理论、流变学、流体力

表 5 “十五”期间一般力学各分支领域申请和资助情况

		申请数	资助数	资助率 (%)
A02	力学	3321	834(70*)	25.1
A0201	一般力学	428	122(10*)	28.5
A020101	分析力学	16	5	31.3
A020102	动力系统的分岔、混沌	72	32(2*)	44.4
A020103	运动稳定性与控制	40	11(1*)	27.5
A020104	非线性振动与控制	113	34(4*)	30.1
A020105	多体动力学	58	16(2*)	27.6
A020106	转子动力学	28	3	10.7
A020107	弹道力学和飞行力学	50	7	14.0
A020108	理性力学	16	7	43.8
A020109	力学中的反问题	33	6(1*)	18.2
A020110	力学发展史学	2	1	50.0

注: * 为小额探索项目。

表 6 “十五”期间固体力学各分支领域申请和资助情况

		申请数	资助数	资助率 (%)
A02	力学	3 321	834(70*)	25.1
A0202	固体力学	1 693	405(35*)	23.9
A020201	弹性力学与塑性力学	81	20	24.7
A020202	疲劳与断裂力学	132	21(2*)	15.9
A020203	损伤、破坏机理和微结构演化	114	29(1*)	25.4
A020204	本构关系	37	13(1*)	35.1
A020205	复合材料力学	120	26	21.7
A020206	新型材料的力学问题	213	66(4*)	31.0
A020207	极端条件下的材料和结构	31	9	29.0
A020208	机电系统中的固体力学问题	31	7(2*)	22.6
A020209	岩体力学和土力学	205	37(3*)	18.1
A020210	冲击动力学	101	27(1*)	26.7
A020211	结构力学	56	6	10.7
A020212	结构振动与噪声	89	17(2*)	19.1
A020213	结构优化和可靠性分析	79	20(3*)	25.3
A020214	制造工艺力学	29	6	20.7
A020215	实验固体力学	107	41(4*)	38.3
A020216	计算固体力学	214	43(8*)	20.1
A020217	流固耦合作用	54	17(4*)	31.5

注: * 为小额探索项目。

学、工程地质、矿物学和水化学等, 它的应用涉及到工民建、水利、水电、交通、国防等工程领域, 所以研究人员较多, 申请量较大, 但是申请项目中创新性强、有新思想的项目较少, 资助率较低。(4) 与工程领域密切相关的冲击动力学、结构力学、结构振动与噪声、结构优化与可靠性分析、流固耦合作用等分支学科也不乏其人。(5) 在固体力学的跨学科

发展中, 力学工作者往往先通过固体力学实验获得一些新发现, 提出一些新概念, 以孕育新理论的形成, 因此实验力学研究的进一步扩展是固体力学的重要发展需要。但从分析中我们看到, 目前从事理论分析和数值模拟的力学工作者相对较多, 从事实验固体力学研究的队伍还有待进一步加强。为了促进实验固体力学的发展, 近几年力学科学处在指南中明确

提出“对实验研究给予关注及经费倾斜, 尤其鼓励有创新意义的仪器设备研制和改造、新实验方法和技术研究”, 加大了对实验固体力学资助的力度, 资助率最高, 资助强度最大。

对表 7 中的统计数据进行分析可见, (1) 流体力学三级分支领域申请量很不均衡。随着计算机技术的发展, 计算流体力学数值方法研究取得了巨大的发展, 其应用也越来越广泛、深入, 计算流体力学已经成为流体力学各分支中不可缺少的工具, 国内也形成了一支庞大的计算流体力学队伍, 申请量位居首位; 空气动力学和水动力学是流体力学的两大主要分支, 应用背景明确, 国内研究队伍庞大, 申请量分别位居第 2、第 3 位。(2) 湍流问题在可预见的将来依旧是流体力学乃至物理学中最重要的、最基础、蕴涵的科学问题最难攻克的研究内容之一, 湍流的产生与发展过程中所蕴涵的物理学机制、湍流的预测(模拟)以及湍流的控制(及利用)是人们关心的主要问题。国内在湍流层次结构、拟序结构、间歇现象等研究方向有着一定的优势, 在结合航空航天实际应用的湍流研究方面也取得了较好的成绩, 在此方向基金申请量和

资助率均较高。(3) 20 世纪后期, 各种先进微型制造技术、机电系统、微电子和一体化技术有了迅速发展, 微纳米尺度带来了一系列大尺度下所没有或可忽视的效应, 微纳米尺度流体力学问题已经成为流体力学研究的重要方向和前沿领域, 此领域资助率最高。(4) 空气动力学是航空航天最重要的科学技术基础之一, 但目前资助率相对较低。分析原因, 一方面大多数研究只是局限于传统空气动力学问题的研究, 对边缘学科和交叉学科的研究, 开展力度不够, 另一方面自主创新还停留在一般的认知水平上, 新概念、新机理、新技术的研究力度不足。(5) 人类有关流体力学的研究始于流体力学实验研究, 尽管数值模拟技术在近 20 年来取得了飞速发展, 但实验流体力学的重要地位仍不可动摇。但从表 7 中可见, 实验流体力学领域的申请量比理论分析和数值模拟的项目申请量少, 资助率也相对较低, 需要进一步加强实验流体力学研究队伍建设, 加大对实验研究的资助力度, 促进实验流体力学的发展。

为突出力学与其他学科交叉的特点, 在力学学科代码中

表 7 “十五”期间流体力学各分支领域申请和资助情况

		申请数	资助数	资助率 (%)
A02	力学	3 321	834(70*)	25.1
A0203	流体力学	765	191(17*)	25.0
A020301	流动的稳定性	34	10	29.4
A020302	湍流	68	27(4*)	39.7
A020303	水动力学	104	26(1*)	25.0
A020304	空气动力学	108	16	14.8
A020305	分层流	3	1	33.3
A020306	非平衡流	10	3	30.0
A020307	渗流	74	14(2*)	18.9
A020308	多相流	57	12(1*)	21.1
A020309	非牛顿流	19	8(1*)	42.1
A020310	内流	17	3	17.6
A020311	化工流体力学	12	2(1*)	16.7
A020312	工业空气动力学	14	2	14.3
A020313	微重力流体力学	11	1	9.1
A020314	机电系统中的流体力学问题	24	11(1*)	45.8
A020315	流动噪声与控制	22	7(1*)	31.8
A020316	稀薄气体力学	7	2	28.6
A020317	实验流体力学	39	7	17.9
A020318	计算流体力学	142	39(5*)	27.5

注: * 为小额探索项目。

设立了“交叉与边缘领域的力学”(A0204)。表 8 是“十五”期间交叉与边缘领域的力学按三级代码统计的申请和资助情况。从表 8 中可见, 交叉与边缘领域的力学平均资助率为 26.7%, 略高于力学学科平均资助率(25.1%)。(1) 物理力学是从微观本质上研究物质的宏观力学性质, 目前的申请项目多是从材料的原子、分子结构的微观性质预见其宏观力学性质, 是当前固体力学研究的前沿方向。(2) 爆炸力学是研究爆炸的发生和发展规律以及爆炸的力学效应的利用和防护的学科, 在国防工业及国民经济发展中具有极其重要的应用

价值, 但国内综合实力、总体水平与国际先进水平相比, 还存在着一定的差距。表现在: 实验室基本条件及研究手段显得落后; 基础研究缺乏前瞻性, 原创性成果少; 新兴研究方向与学科交叉发展较慢。(3) 环境力学作为一门力学与环境科学相互结合而形成的新兴交叉学科, 近 10 年来在国际上发展很快, 国内学者在与我国地域特征相关的一些研究中具有较好的基础和一定的优势, 获资助率较高。(4) 近半个世纪以来生命科学飞速进步, 生命科学与力学交叉、融合, 形成了力学学科新的生长点, 给生物力学的发展带来勃勃生机。

表 8 “十五”期间交叉与边缘领域的力学按三级代码统计的申请和资助情况

		申请数	资助数	资助率 (%)
A02	力学	3 321	834(70*)	25.1
A0204	交叉与边缘领域的力学	435	116(8*)	26.7
A020401	物理力学	32	12(1*)	37.5
A020402	爆炸力学	98	19	19.4
A020403	环境流体力学	39	14(1*)	35.9
A020404	生物力学	249	66(6*)	26.5
A020405	电磁流体力学和等离子体动力学	17	5	29.4

注：* 为小额探索项目。

生物力学学科基础涵盖生物学、医学、农学和力学、物理学、化学、数学等多个学科。研究内容包括从整体、系统、器官到组织、细胞、分子的各个层次。研究方法和技术涉及到理论模型、数值计算、离体实验、临床验证等。近 10 余年来，我国生物力学发展取得了长足的进步，形成了一些研究基地，研究队伍不断壮大，在某些研究方向取得了在国际上具有一定影响的成果，基金申请量最大。(5) 电磁流体力学和等离子体动力学是流体力学、电动力学和热力学相结合而形成的学科，在国内力学学科从事该领域研究的人员较少。

3 面上项目申请人、负责人年龄结构分析

表 9 是“十五”期间力学科学处面上项目申请人和负责人年龄结构总体情况，图 1 和图 2 为 2001 年～2005 年各

年度面上项目申请人和负责人年龄与申请和资助项数关系的分布图。对表 9、图 1 和图 2 进行分析，可归纳出近 5 年力学科学处申请人和负责人年龄具有如下特点：(1) 申请人和负责人年龄多在 30 岁～45 岁之间，申请量和批准量占总量比例分别为 66.4% 和 63.2%，峰值出现在 38 岁～42 岁，其中 1963 年出生的研究人员申请和获资助项目最多。(2) 年轻的科研人员申请基金的人数逐年增加，2005 年 35 岁以下青年人申请项目数占总申请数的 25.3%，比 2001 年的 19.4% 高 5.9%。(3) 60 岁以上科研人员实力雄厚，申请项数占总数的 7.5%，而资助项数却占总数的 12.9%。(4) 54 岁左右出现断层，断层的消失还需近 6 年时间。上述情况从基金侧面反映了我国从事力学基础研究队伍的年龄结构情况。

表 9 力学科学处“十五”期间面上项目申请人和负责人年龄结构情况

申请 / 负责人年龄 (岁)	< 30	31~35	36~40	41~45	45~50	51~60	> 60
申请项数	172	562	987	659	342	351	248
所占比例 (%)	5.2	16.9	29.7	19.8	10.3	10.6	7.5
获资助项数	46	168	204	155	63	90	108
所占比例 (%)	5.5	20.1	24.5	18.6	7.6	10.8	12.9

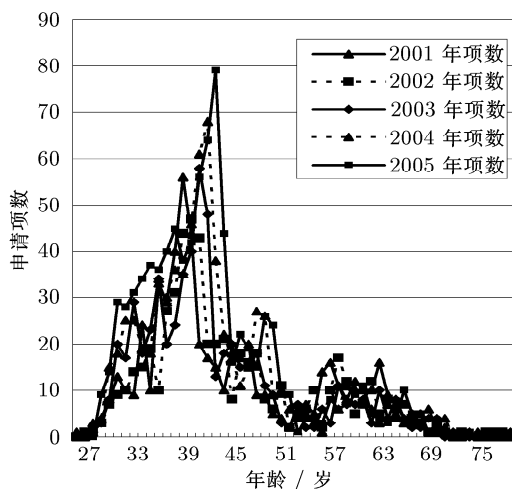


图 1 力学科学处 2001 年～2005 年度面上项目申请人年龄 - 申请项数分布图

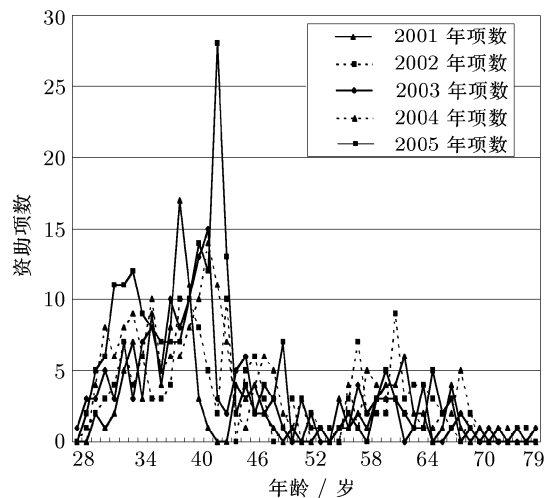


图 2 力学科学处 2001 年～2005 年度面上项目负责人年龄 - 资助项数分布图

4 建议和措施

科学技术日新月异的发展, 既为力学提供了丰富的机遇, 也对力学提出了具有一系列挑战性的问题. 目前, 力学研究表现出 4 个突出特点: (1) 研究对象的多尺度差异, 如从宏观、细观到微观的跨尺度的一体化研究; (2) 研究对象所处的超常环境, 如载人飞船、水下发射、超深开采等造成的超高温、超高速、超高压等服役环境; (3) 研究系统的复杂性和非线性, 如将越来越多地涉及到大型机械系统、运载系统、智能系统、微机电系统和生物系统等的高维非线性系统的多场耦合与复杂动力学与控制; (4) 与其它学科的广泛交叉, 如纳米科技、生命科学等. 针对力学研究的特点, 基于我国力学研究现状和现有基础, 结合力学学科国际上的发展趋势, 提出如下建议和措施:

(1) 加强结合国家需求背景的力学研究

力学是一个基础学科, 需要全面了解国内外当今力学学科的最新进展动态、前沿热点、发展方向、新增长点等, 在理论、方法和机理的描述上需要进一步取得突破, 增强原创性的研究能力. 同时, 力学又是应用性强的学科, 需要我们针对国家的实际需求开展基础研究, 做出更多对我国技术发展有实质性推动的工作. 据 2005 年初的调查结果, 中国大陆学者在 SCI 源库中 106 种力学期刊上发表论文的国际排名稳步提升, 2004 年已排在第 2 位, 仅次于美国. 这充分显示了中国大陆学者研究能力的提高. 但是, 也应该看到, 目前我国力学研究与技术结合的程度还有待进一步加强. 一方面, 我国的高新技术以引进为主, 技术需求牵引基础研究的力度还不够, 但力学工作者也应该主动涉猎工程实际, 善于从航空航天、国民经济等对象中提炼问题, 发展理论和方法, 从而提高技术的基础含量, 提升力学基础研究作用.

(2) 促进力学与其它学科的交叉

随着科学技术的发展, 力学学科与其它学科的交叉越来越明显, 形成了新的学科生长点, 这不断地丰富着力学的研究内容和方法, 并使力学学科保持旺盛的生命力. 为了促进交叉, 拟采取如下措施: ①采取多种方式加大对交叉项目的资助, 以适应科学研究的需要. 例如, 在指南中明确提出“继续鼓励力学与化学、信息科学、生命科学、工程科学和材料科学等学科交叉领域的研究”. 在各类项目评审时, 注重学科交叉, “十五”期间力学二级代码“交叉与边缘领域的力学”

平均资助率为 26.7%, 略高于力学学科平均资助率 (25.1%).

②在组织重点项目时更多地考虑学科交叉, 大力促进学科交叉和融合. ③举办多学科交叉领域学术研讨会, 营造不同领域研究人员经常沟通的渠道, 给各学科研究者增进了解提供交流的平台和机会. 例如, 为了促进纳米尺度上的力学研究与物理、化学、材料等的交流, 于 2002 年 10 月组织了“物理力学与纳米科技的多学科交叉若干问题青年学者研讨会”, 共同探讨纳米科技的多学科合作问题, 会议取得了较好的效果, 为今后进一步合作打下了良好基础.

(3) 进一步加强对力学仪器设备研制、实验技术方法的支持力度

力学的发展离不开实验研究, 力学科学处“十五”期间对实验研究给予关注及经费倾斜, 尤其鼓励有创新意义的仪器设备研制和改造、新实验方法和技术研究. 今后在基金资助强度逐年提高的情况下, 将进一步加强对研究设施、仪器设备研制、实验技术与表征方法等研究的支持; 加强对先进科学仪器设备研究的资助力度, 提高我国对实验仪器设备的自主研发能力; 进一步加大对实验技术与表征方法研究项目的支持强度.

(4) 加强对青年研究队伍的培养

目前, 力学研究队伍呈现年轻化的趋势. 为加强后备人才的培养, 促进形成一支高水平的青年学术队伍, 拟采取如下几项措施: ①采取多种方式加大对 40 岁以下青年学者的资助, 使他们能够尽快地自主开展科研工作. 例如, 加大青年科学基金的资助比例, 对从事力学基础研究的青年学者提供短、平、快的资助. ②举办 40 岁以下的青年学者沙龙、专题学术研讨会. 如第一届固体力学青年学者研讨会于 2005 年 10 月在杭州举行, 为固体力学青年人才提供一个学术交流和思想碰撞的机会, 会议达到了预期的效果. 2006 年将举办第二届固体力学青年学者学术研讨会. ③继续举办力学高级讲习班, 为青年教师、博士后和研究生提供一个高起点、大范围、多领域的学术交流平台, 达到让他们了解最前沿的学科动态、拓宽学术视野、活跃学术思想、促进学术争鸣的目的.

致谢 本文的部分内容参考了 2005 年力学学科调研组的报告, 在此深表感谢!